



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 44 056 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
F 16 C 17/00
F 16 C 32/06
F 16 C 33/82
F 16 C 33/10

⑲ Aktenzeichen: 100 44 056.8
⑳ Anmeldetag: 31. 8. 2000
㉓ Offenlegungstag: 13. 6. 2001

DE 100 44 056 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
199 42 625. 2 01. 09. 1999

⑦① Anmelder:
Mediport Kardiotechnik GmbH, 12247 Berlin, DE

⑦④ Vertreter:
Patentanwälte Gulde Hengelhaupt Ziebig, 10117
Berlin

⑦② Erfinder:
Spur, Günter, Prof.em. Dr.h.c.mult. Dr.-Ing., 14193
Berlin, DE; Uhlmann, Eckart, Prof. Dr.-Ing., 25368
Kiebitzreihe, DE; Patzwald, Reiner, Dr.-Ing., 21394
Südergellersen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

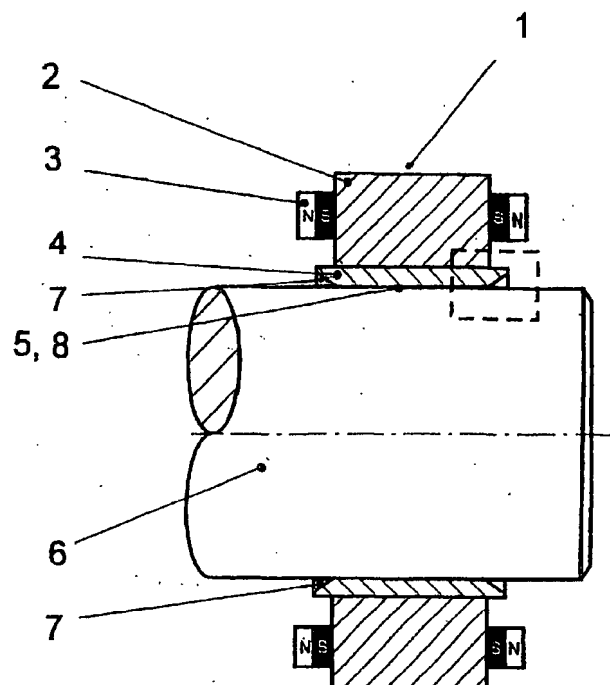
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Drehrichtungsunabhängiges hydrodynamisches Gleitlager unter Verwendung einer Magnetflüssigkeit als Schmiermittel

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein hydrodynamisches Gleitlager unter Verwendung einer Magnetflüssigkeit als Schmiermittel.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Schmierung mit einer Magnetflüssigkeit beim Betrieb eines hydrodynamischen Gleitlagers eine weitestgehend gleichmäßige Ausbildung eines Schmierfilmes im Schmierspalt zu erreichen, das heißt, eine Ansammlung der Magnetflüssigkeit an den Lagerrändern zu verhindern.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit einem Gleitlager, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Lagereinheit (1) aus einem Gleitteil (4, 14), einem am Gleitteil (4, 14) angeordneten Feldformer (2) und am Feldformer (2) anliegende Magneten (3) besteht, wobei zwischen der am Gleitteil (4, 14) drehbar angeordneten Welle (6) und dem Gleitteil (4, 14) ein Schmierspalt (5), eine Magnetflüssigkeit (8) enthaltend, ausgebildet ist.



DE 100 44 056 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein drehrichtungsunabhängiges hydrodynamisches Gleitlager unter Verwendung einer Magnetflüssigkeit als Schmiermittel gemäß Anspruch 1.

Bei den an sich bekannten hydrodynamischen Gleitlagern erfolgt der Druckaufbau im Lager durch die Relativbewegung zwischen Welle und Lager. Die dadurch hervorgerufene Strömung eines viskosen Schmierstoffes in einem sich verengenden Spalt führt zu einem Druckaufbau im Schmier-
 10 spalt. Dazu ist die ständige Anwesenheit eines Schmierstoffes im Druckbereich des Gleitlagers notwendig. Über die Lagerbreite weist der Überdruckverlauf einen parabolischen Verlauf auf und fällt an den äußeren Randbereichen des Gleitlagers auf Null ab. Aufgrund dieses Druckverlaufes wird der Schmierstoff in Richtung des Randbereiches des Gleitlagers transportiert und verläßt dort das Lager. Zum
 15 Aufbau eines volltragenden Schmierfilmes ist die ständige Zufuhr von Schmierstoff in den Schmierpalt erforderlich.

Im allgemeinen wird der Schmierstoff dem Lager an einer Stelle vor dem Beginn des Druckbereiches über eine Boh-
 20 rung zugeführt.

Hinsichtlich ihrer Schmierstoffversorgung lassen sich hydrodynamische Gleitlager in drei wesentliche Gruppen einteilen.

Zum einen sind es die wartungsarmen, fettgeschmierten und wartungsfreien Sinterlager, die mit Schmierstoff getränkt sind. Sie weisen keinen volltragenden Schmierfilm auf und werden daher mit geringen Schmierfilmhöhen be-
 25 trieben.

Desweiteren sind eigengeschmierte Gleitlager bekannt, die durch die Wellenbewegung den Schmierstoff dem Lager zuführen. Der aus dem Lager entwichene Schmierstoff wird in einem Ölsumpf gesammelt und durch Förderelemente, wie feste oder lose Schmierringe, die von der Welle an-
 30 getrieben werden, und Abstreifer dem Schmierloch zugeführt. Die Wahl der Zuführung des Schmierstoffes hängt von der Umfangsgeschwindigkeit, der Schmierstoffviskosität und der Einbaulage des Lagers ab.

Bei der Umlauf- oder Druckschmierung wird der Schmierstoff mittels einer Pumpe dem Lager zugeführt. Die dem Lager zugeführte Schmierstoffmenge kann durch den gewählten Druck beeinflusst werden und für eine zusätzliche
 40 Kühlung des Lagers sorgen.

Weiterhin sind mit Magnetflüssigkeiten geschmierte hydrodynamisch betriebene Gleitlager bekannt.

Magnetflüssigkeiten sind stabile Feststoffdispersionen mit superparamagnetischen Eigenschaften, deren Teilchen weder im Erdschwere- noch im Magnetfeld sedimentieren. Superparamagnetische Eigenschaften zeichnen sich dadurch
 50 aus, daß entsprechende Materialien keine Hysterese haben.

Magnetflüssigkeiten bestehen im wesentlichen aus drei Komponenten.

Die magnetische Komponente sind Feststoffteilchen, aus fern- oder ferromagnetischen Substanzen mit einer Größe von 3–50 nm. Eine weitere Komponente sind Tenside, die als einfache oder doppelte Adsorptionsschicht die Feststoffteilchen umhüllen. Die dritte Komponente ist eine Trägerflüssigkeit, in der die Teilchen als disperse Phase homogen und stabil verteilt sind. Werden die Magnetflüssigkeiten als Schmiermittel verwendet, werden als Trägerflüssigkeit Öle eingesetzt. Tensidmoleküle sind sogenannte amphiphile Moleküle, die sowohl hydrophile als auch lipophile Eigen-
 60 schaften besitzen. Die enthaltenen hydrophilen Gruppen werden an den Teilchenoberflächen unter Bildung von monomolekularen Adsorptionsschichten chemisch fixiert. Als hydrophile, chemisch sorbierbare Moleküle eignen sich Carbonsäure-, Sulfonat-, Sulfat- und Phosphatgruppen, aber

auch Aminogruppen. Die magnetischen Nanometerteilchen bestehen beispielsweise aus Magnetit, Maghemit oder Ferri-
 5 ten.

Bei den Gleitlagern unter Verwendung von Magnetflüssigkeiten wird der seitliche Abfluß der schmierenden Magnetflüssigkeit durch die Abdichtung des Randbereiches des Lagers mittels einer Magnetflüssigkeitsdichtung verhindert. Der Schmierpalt wird bei dieser Schmierungsart nicht von einem Magnetfeld durchflossen. Hierbei ist als nachteilig
 10 anzusehen, daß ein relativ hoher axialer Platzbedarf notwendig ist und eine Ansammlung der schmierenden Magnetflüssigkeit an den Lagerrändern erfolgt. Die Pole der Magnetflüssigkeitsdichtung üben auf die als Schmierstoff eingesetzte Magnetflüssigkeit magnetische Anziehungskräfte aus, so daß eine verstärkte Ansammlung des Schmierstoffes im Randbereich erfolgt. Zur Verminderung dieses nachteiligen Effektes ist die Welle mit sogenannten einwärts fördernden Nuten versehen, die eine Schmierstoffströmung nach
 15 außen verhindern sollen. Das macht den Aufbau des Gleitlagers kompliziert und damit in der Herstellung kostenaufwendig.

Bekannte Gleitlager des Standes der Technik weisen demzufolge die bereits beschriebenen Mängel auf. So z. B. ein in US-A 3,612,630 beschriebenes Lager, in dem eine magnetische Flüssigkeit als Dichtmittel fungiert, und das hydrostatisch ist. Die Tragfähigkeit eines solch hydrostatischen Lagers ist durch die Abdichtwirkung der fixierten Magnetflüssigkeit begrenzt. Diesen Nachteil der herabge-
 25 setzten Tragfähigkeit weisen auch hydrodynamische Gleitlager auf. So z. B. das US-A 3,834,775, das eine magnetische Flüssigkeit auch als Dichtmittel einsetzt, und in dem eine Welle mit ferromagnetischen Eigenschaften eine magnetisch leitende Verbindung zwischen den Dichtspalten darstellt. Oder die in DE-A1 33 04 632 und US-A 3,439,961 beschriebenen Lager. Sie besitzen strukturierte Wellen mit so genannten einwärtsfördernden Nuten. Flüssige Schmierstoffe scheiden für die Anwendung dieser Lager aus, da sie im Stillstand der Lager wegfließen würden. Ein weiterer Nachteil dieser Lager besteht darin, daß sie nur eine Dreh-
 30 richtung aufweisen, weil bei Drehrichtungsumkehr ein auswärts förderndes Lager entsteht, welches einen entsprechenden Schmierstoffverlust aufweist.

Der Erfindung lag deshalb die Aufgabe zugrunde, bei einer Schmierung mit einer Magnetflüssigkeit beim Betrieb eines hydrodynamischen Gleitlagers eine weitestgehend gleichmäßige Ausbildung eines Schmierfilmes im Schmier-
 35 spalt zu erreichen, das heißt, eine Ansammlung der Magnetflüssigkeit an den Lagerrändern zu verhindern.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch ein drehrichtungsunabhängiges hydrodynamisches Gleitlager mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1.

Durch die Anordnung von Feldformern und Magneten, die sowohl als Permanentmagnete als auch als Elektromagnete ausgebildet sein können, wird erreicht, daß sich das Magnetfeld im wesentlichen senkrecht im Schmierpaltbereich ausbildet, d. h. der Schmierpalt wird erfindungs-
 40 gemäß von einem senkrecht verlaufenden Magnetfeld durchflossen. Bei der Magnetisierung des Schmierpaltessollte über die Lagerbreite, das heißt über die Breite des Schmierpaltess, ein einziger Magnetpol vorhanden sein. Befinden sich in axialer Richtung mehrere Pole und damit auch Magnetfeldgradienten, so kann dies zu einer einseitigen Ansammlung eines magnetischen Schmierstoffes, in diesem Falle der Magnetflüssigkeit, führen. Der seitliche Austritt des magnetischen Schmierstoffes aus dem Lager wird durch eine Verringerung der Magnetfeldstärke in diesem Bereich erreicht, so daß dadurch die magnetische Schmierstoffflüssigkeit vorteilhafterweise an jeder gewünschten Stelle im

Lager fixiert werden kann.

Das erfindungsgemäße hydrodynamische Gleitlager besteht grundsätzlich aus einem Gleitteil, das beispielsweise als Lagerbuchse ausgebildet sein kann, einem Feldformer aus ferromagnetischem Material und Magneten. Im Gleitteil wird eine ferromagnetische Welle geführt. Im zwischen dem Gleitteil und der Welle befindlichen Schmierpalt findet der hydrodynamische Druckaufbau statt. Neben dem Schmierpalt befindet sich ein Bereich, der einen größeren Abstand vom Gleitteil und Welle aufweist und nicht am Druckaufbau beteiligt ist. Dieser Bereich wird hier Reservoir genannt. Die Form des Reservoirs ist beliebig. Mögliche Formen sind Absätze, Fasen oder Nuten im Gleitteil oder in der Welle.

Das Gleitteil wird in radialer Richtung von dem Feldformer umgeben. Der Feldformer hat eine zylindrische Bohrung zur Aufnahme des Gleitteiles. Die geometrische Form des Feldformers ist in weiten Grenzen variierbar, so daß eine hervorragende Anpaßbarkeit der Lagereinheit für die verschiedensten Anwendungen möglich ist. Vorteilhaft ist es, daß die Breite des Feldformers in axialer Richtung größer oder gleich der Breite des Schmierpaltcs ist. Die Magneten werden mehr- oder einseitig am Feldformer angeordnet. Bei einer beidseitigen Magnetanordnung ist eine gleiche Polung beider Permanentmagnetreihen notwendig. Zur besseren Führung des Magnetfeldes können zusätzlich sogenannte Polscheiben verwendet werden. Die geometrische Ausbildung der Magnete ist ebenfalls in weiten Grenzen variierbar. Sie kann entsprechend der Form der Lagereinheit angepaßt werden.

Neben der Magnetisierung eines einzelnen radialen Gleitlagers ist die Magnetisierung einer kompletten Lagerung zweier radialer Gleitlager möglich. Zur Aufnahme axialer Kräfte kann ein radiales Gleitlager mit einem axialen Gleitlager kombiniert werden. Als Ausgleich der dabei auftretenden axialen Magnetkräfte ist ein zweites, in entgegengesetzter Richtung wirkendes axiales Gleitlager notwendig.

Die Kombination von Axial- und Radiallager in einem Schmierpalt kann durch einen kegeligen Lagersitz realisiert werden. Auch hier ist zum Ausgleich der axialen Kräfte ein zweites Lager notwendig. Das im Schmierpalt des Lagers erfindungsgemäß vorhandene Magnetfeld übt auf den Schmierstoff eine Kraftwirkung aus, die einen seitlichen Austritt verhindert. Beim Befüllen des Lagers wird neben dem Schmierpalt auch das Reservoir mit Magnetflüssigkeit gefüllt, um bei einer temperaturbedingten Vergrößerung des Schmierpaltvolumens Schmierstoff zum Nachfließen in den Schmierpalt bereitzustellen. Die vollständige Füllung des Schmierpaltcs mit Schmierstoff ermöglicht den Aufbau eines volltragenden Schmierfilmes, der in der Lage ist, auch große Lasten zu übertragen. Das Betriebsverhalten unterscheidet sich damit nicht wesentlich von einem konventionell geschmierten hydrodynamischen Gleitlager.

Die Erfindung weist verschiedene Vorteile auf. Der Schmierungsaufwand gegenüber den bekannten Gleitlagern ist bedeutend vermindert. Die Schmierstoffmenge läßt sich ebenfalls verringern. Ein nachteiliger Schmierstoffaustritt ist nicht zu beobachten.

Das erfindungsgemäße Gleitlager ist drehrichtungsunabhängig und erfordert keine strukturierte Wellenoberflächen. Desweiteren ist die Einbaulage des erfindungsgemäßen Gleitlagers von der Schmierstoffversorgung unabhängig.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist, daß nichtmagnetische Verschleißpartikel aus dem Schmierpalt herausgedrängt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1a ein Gleitlager mit zweiseitiger Magnetanordnung,

Fig. 1b einen Halbschnitt des Gleitlagers mit zweiseitiger Magnetanordnung,

Fig. 1c eine Schnittdarstellung verschiedener Gestaltungen des Reservoirs,

Fig. 1d eine schematische Darstellung der Magnetfeldlinien des Radiallagers gemäß Fig. 1a,

Fig. 2a ein Gleitlager mit einseitiger Magnetanordnung und Polscheibe,

Fig. 2b eine schematische Darstellung der Magnetfeldlinien des Radiallagers gemäß Fig. 2a,

Fig. 3a eine Gleitlagerung mit zwei Radiallagern,

Fig. 3b eine schematische Darstellung der Magnetfeldlinien des Lagers gemäß Fig. 2a,

Fig. 4a ein Gleitlager mit kombiniertem Radial-Axiallager,

Fig. 4b eine schematische Darstellung der Magnetfeldlinien des Lagers gemäß Fig. 4a,

Fig. 5 ein als Doppelkegellager ausgeführtes Gleitlager,

Fig. 6a ein Gleitlager mit kombiniertem hydrodynamischem Radial- und Axiallager in Anlehnung an Fig. 2 und Fig. 4,

Fig. 6b eine Variante nach Fig. 6a,

Fig. 7a eine Variante nach Fig. 6a,

Fig. 7b eine Variante nach Fig. 7a,

Fig. 7c eine schematische Darstellung der Magnetfeldlinien des Lagers gemäß Fig. 7a,

Fig. 8a eine Variante eines Doppelkegellagers nach Fig. 5,

Fig. 8b eine Variante nach Fig. 8a,

Fig. 8c eine schematische Darstellung der Magnetfeldlinien des Lagers gemäß Fig. 8a,

Fig. 9a eine Variante nach Fig. 8a,

Fig. 9b eine Variante nach Fig. 9a und

Fig. 9c eine schematische Darstellung der Magnetfeldlinien des Lagers gemäß Fig. 9a.

Fig. 1a zeigt die Gleitlagerung einer Welle 6. Eine Lagereinheit 1 enthält eine Lagerbuchse 4, einen Feldformer 2, der aus ferromagnetischem Material besteht, und eine Anordnung von Permanentmagneten 3. In der Lagerbuchse 4 wird die Welle 6 geführt. Sie besteht aus ferromagnetischem Material. Der Raum zwischen der Welle 6 und der Lagerbuchse 4 wird als Schmierpalt 5 bezeichnet. Er enthält eine Magnetflüssigkeit 8. Die beidseitig des Feldformers 2 angeordneten Permanentmagneten 3 erzeugen ein Magnetfeld, das senkrecht durch den Schmierpalt 5 verläuft. Die beidseitigen Anordnungen der Permanentmagnete 3 weisen eine gleiche Polung auf. Im Schmierpalt 5 findet der hydrodynamische Druckaufbau statt. Im Randbereich des Schmierpaltcs 5 befindet sich ein Reservoir 7, das am hydrodynamischen Druckaufbau nicht beteiligt ist. Die Form des Reservoirs 7 ist hier als Fase dargestellt. Die Lagerbuchse 4 wird in radialer Richtung von dem Feldformer 2 umgeben. Hier weist der Feldformer 2 eine zylindrische Bohrung zur Aufnahme der Lagerbuchse 4 auf. Die Breite des Feldformers 2 in axialer Richtung gesehen, ist größer oder gleich der Breite des Schmierpaltcs 5. Das durch den Schmierpalt 5 durchtretende Magnetfeld übt auf die Magnetflüssigkeit 8 eine Kraftwirkung aus, die einen seitlichen Austritt verhindert. Beim Befüllen des erfindungsgemäßen Gleitlagers wird neben dem Schmierpalt 5 auch das Reservoir 7 mit Magnetflüssigkeit 8 befüllt, um bei einer temperaturbedingten Vergrößerung des Volumens des Schmierpaltcs 5 die Magnetflüssigkeit 8 zum Nachfließen in den Schmierpalt 5 bereitzustellen. Die vollständige Füllung des Schmierpaltcs 5 mit der Magnetflüssigkeit 8 ermöglicht den Aufbau eines volltragenden Schmierfilmes, der auch in der Lage ist, große Lasten zu übertragen. Das Betriebsverhalten unterscheidet sich damit nicht wesentlich von einem

konventionell geschmierten hydrodynamischen Gleitlager.

Fig. 1b zeigt in Schnittdarstellung das in Fig. 1a beschriebene Gleitlager.

Fig. 1c zeigt verschiedene Varianten der Ausbildung des Reservoirs 7. Die Gestaltung des Reservoirs ist beliebig zu wählen. Es kann sowohl in der Lagerbuchse 4 als auch in der Welle 6 ausgebildet werden.

Fig. 1d zeigt den Verlauf der Magnetfeldlinien des in Fig. 1a beschriebenen Gleitlagers mit den magnetführenden Bauteilen. Das von den Permanentmagneten 3 ausgehende Magnetfeld wird über den magnetisch leitenden Feldformer 2 zu der ebenfalls magnetisch leitenden Welle 6 geleitet. Die magnetisch nicht leitende Lagerbuchse 4 und der die Magnetflüssigkeit 8 enthaltende Schmierspalt 5 sowie Bereiche des Magnetflüssigkeit 8 enthaltenden Reservoirs 7 werden von einem senkrecht verlaufenden Magnetfeld durchflossen. Durch die Anordnung der Magnete 3, des Feldformers 2 und der Welle 6 entsteht ein Bereich mit hoher Magnetfeldstärke 17, in dem sich der Schmierspalt 5 und Bereiche des Reservoirs 7 befinden. An den seitlichen Rändern des Bereiches mit hoher Magnetfeldstärke 17 befindet sich ein Bereich mit geringer Magnetfeldstärke 18. Der an einem Übergangsbereich 19 zwischen dem Bereich mit hoher Magnetfeldstärke 17 und dem Bereich mit geringer Magnetfeldstärke 18 auftretende Magnetfeldgradient übt eine Kraft auf die Magnetflüssigkeit aus. Diese Krafteinwirkung verhindert das seitliche Wegfließen der Magnetflüssigkeit 8.

In Fig. 2a ist ein erfindungsgemäßes hydrodynamisches Gleitlager dargestellt, das bezogen auf den Feldformer 2 eine einseitige Anordnung der Permanentmagnete aufweist. Als Besonderheit wird zusätzlich eine Polscheibe 10 vorgesehen, die aus ferromagnetischem Material besteht und der optimalen Weiterleitung des magnetischen Feldes dient.

Fig. 2b zeigt den Verlauf der Magnetfeldlinien des in Fig. 2a dargestellten Radiallagers mit den magnetfeldführenden Bauteilen und den Bereich hoher Magnetfeldstärke 17, den Bereich niedriger Magnetfeldstärke 18 sowie den Übergangsbereich 19.

In Fig. 3a ist eine weitere Ausbildung des erfindungsgemäßen hydrodynamischen Gleitlagers dargestellt. Die Gleitlagerung der Welle 6 erfolgt hier mit zwei Radiallagern. Zwischen den beiden Feldformern 2 ist eine Anordnung von Permanentmagneten 3 vorgesehen. Die Verbindung der Permanentmagnete 3 zu den Feldformern 2 erfolgt über Zwischenstücke 9. Auch hier durchtritt das magnetische Feld den Schmierspalt 5 senkrecht in beiden angegebenen Radiallagern.

Fig. 3b zeigt den Verlauf der Magnetfeldlinien der in Fig. 3a dargestellten Wellenlagerung mit den magnetfeldführenden Bauteilen und den Bereich hoher Magnetfeldstärke 17, den Bereich niedriger Magnetfeldstärke 18 sowie den Übergangsbereich 19.

Fig. 4a zeigt ein erfindungsgemäß kombiniertes Radial- und Axiallager für die hydrodynamische Gleitlagerung. Die Permanentmagnete 3 sind zwischen den radial angeordneten Feldformern 2 und den axial angeordneten Feldformern 2 fixiert. Ein Wellenbund 13 dient der axialen Kraftaufnahme der Welle 6. Als Gleitteil ist hier eine Lagerscheibe 14 vorgesehen.

Fig. 4b zeigt den Verlauf der Magnetfeldlinien des in Fig. 4a dargestellten Radial- und Axiallagers mit den magnetfeldführenden Bauteilen und den Bereich hoher Magnetfeldstärke 17, den Bereich niedriger Magnetfeldstärke 18 sowie den Übergangsbereich 19.

Fig. 5 zeigt ein erfindungsgemäßes Doppelkegellager. Die mittig angeordneten Permanentmagnete 3 übertragen über die Zwischenstücke 9 das Magnetfeld auf die Schmierspalt 5, die hier kegelförmig die an dieser Stelle kegelför-

mig geformte Welle 6 umgeben.

In Fig. 6a ist in Anlehnung an Fig. 2 und Fig. 4 eine erfindungsgemäße Lagereinheit 1 mit kombiniertem hydrodynamischem Radial- und Axiallager dargestellt. Die Permanentmagnete 3 sind zwischen den zwei radial angeordneten Feldformern 2 fixiert. Die axialen Lagerkräfte werden über den Wellenbund 13, der ein Formelement der Welle 6 darstellt, auf die beiden Lagerscheiben 14 übertragen. Radiale Lagerkräfte werden durch die beiden seitlichen Lagerbuchsen 4 übertragen. Die Anordnung der Lagerscheiben 14 um den Wellenbund 13 führt zu einer links- und rechtsseitigen Fixierung der Welle 6. Der Abstand der beiden Lagerscheiben 14 zum Wellenbund 13 wird durch den Distanzring 16 eingestellt.

Eine Variante nach Fig. 6a ist in Fig. 6b dargestellt. Als in der Lagereinheit 1 drehbarem Element ist ein Innenring 15 angeordnet. Dadurch ist eine Montage der kompletten Lagereinheit 1 auf eine Welle möglich.

In Fig. 7a ist eine Variante nach Fig. 6a dargestellt. Die Permanentmagnete 3 sind zwischen dem radial angeordneten Feldformern 2 und der Polscheibe 10 fixiert. Die radialen Lagerkräfte werden von der Lagerbuchse 4 übertragen.

Eine Variante nach Fig. 7a ist in Fig. 7b dargestellt. Als in der Lagereinheit 1 drehbarem Element ist ein Innenring 15 angeordnet.

Fig. 7c zeigt den Verlauf der Magnetfeldlinien des in Fig. 7a dargestellten Radial- und Axiallagers mit den magnetfeldführenden Bauteilen und den Bereich hoher Magnetfeldstärke 17, den Bereich niedriger Magnetfeldstärke 18 sowie den Übergangsbereich 19.

Fig. 8a zeigt eine Variante eines Doppelkegellagers nach Fig. 5. Die Permanentmagnete 3 sind zwischen den zwei radial angeordneten Feldformern 2 fixiert. Die radialen und axialen Lagerkräfte werden über die kegelförmigen Gleitteile (Lagerbuchsen) und die kegelförmig geformte Welle übertragen. Der Abstand der beiden Feldformern 2 wird durch den Distanzring 16 eingestellt.

Eine Variante nach Fig. 8a ist in Fig. 8b dargestellt. Als in der Lagereinheit 1 drehbarem Element ist ein Innenring 15 angeordnet.

Fig. 8c zeigt den Verlauf der Magnetfeldlinien des in Fig. 8a dargestellten Doppelkegellagers mit den magnetfeldführenden Bauteilen und den Bereich hoher Magnetfeldstärke 17, den Bereich niedriger Magnetfeldstärke 18 sowie den Übergangsbereich 19.

Fig. 9a zeigt eine Variante nach Fig. 8a. Die Permanentmagnete 3 sind außen an den Feldformern 2 angeordnet. Ein mittlerer Feldformer 2 ist zwischen den äußeren Feldformern 2 angeordnet.

Eine Variante nach Fig. 9a ist in Fig. 9b dargestellt. Als in der Lagereinheit 1 drehbarem Element ist ein Innenring 15 angeordnet.

Fig. 9c zeigt den Verlauf der Magnetfeldlinien des in Fig. 9a dargestellten Doppelkegellagers mit den magnetfeldführenden Bauteilen und den Bereich hoher Magnetfeldstärke 17, den Bereich niedriger Magnetfeldstärke 18 sowie den Übergangsbereich 19.

Bezugszeichenliste

- 1 Lagereinheit
- 2 Feldformer
- 3 Permanentmagnet
- 4 Lagerbuchse
- 5 Schmierspalt
- 6 Welle
- 7 Reservoir
- 8 Magnetflüssigkeit

- 9 Zwischenstück
- 10 Polscheibe
- 11 Fase
- 12 Nut
- 13 Wellenbund
- 14 Lagerscheibe
- 15 Innenring
- 16 Distanzring
- 17 Bereich hoher Magnetfeldstärke
- 18 Bereich niedriger Magnetfeldstärke
- 19 Übergangsbereich

Patentansprüche

1. Drehrichtungsunabhängiges hydrodynamisches Gleitlager bestehend aus einer Lagereinheit (1), in dem eine Welle (6) drehbar angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lagereinheit (1) aus einem Gleitteil (4, 14), mindestens einem am Gleitteil (4, 14) angeordneten Feldformer (2) und am Feldformer (2) mit einem Pol anliegende Magneten (3) besteht, wobei zwischen der am Gleitteil (4, 14) drehbar angeordneten Welle (6) und dem Gleitteil (4, 14) ein Schmierpalt (5), eine Magnetflüssigkeit (8) als Schmiermittel enthaltend, ausgebildet ist, wobei die Welle (6) und der Feldformer (2) magnetisch leitend sind.
2. Gleitlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (3) mit dem Feldformer (2) magnetisch leitend verbunden sind.
3. Gleitlager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (3) über ferromagnetisch leitende Zwischenstücke (9) mit dem Feldformer (2) verbunden sind.
4. Gleitlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (3) mit dem Feldformer (2) nicht-ferromagnetisch leitend verbunden sind.
5. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (3) mit einem Pol am Feldformer (2) und mit dem entgegengesetzten Pol an einer Polscheibe (10) anliegend angeordnet sind.
6. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (3) punktuell oder als Ringmagnete um die Welle (6) herum angeordnet sind.
7. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß am Feldformer (2) mehrseitig Magnete (3) angeordnet sind.
8. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß am Feldformer (2) einseitig Magnete (3) angeordnet sind.
9. Hydrodynamisches Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (3) zwischen zwei Feldformern (2), ggf. zwischen zwei Zwischenstücken (9), angeordnet sind.
10. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitteil (4, 14) ferromagnetische Eigenschaften aufweist.
11. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitteil (4, 14) nicht-ferromagnetische Eigenschaften aufweist.
12. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Randbereich des Gleitteils (4, 14) ein Reservoir (7) für die Magnetflüssigkeit (8) angeordnet ist.
13. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Reservoir (7) als Fase, Nut oder Absatz am Gleitteil (4, 14) oder als Nut oder

als Absatz in der Welle (6) ausgebildet ist.

14. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß als drehbares Element in der Lagereinheit (1) ein Innenring (15) angeordnet ist.
15. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung mehrerer Feldformer zwischen diesen jeweils ein Distanzring (16) angeordnet ist.
16. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Feldformers (2) im wesentlichen mit der Breite des Schmierpalt (5) korreliert.
17. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Feldformers (2) der Breite des Schmierpalt (5) entspricht.
18. Gleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete Permanentmagnete und/oder Elektromagnete.

Hierzu 21 Seite(n) Zeichnungen

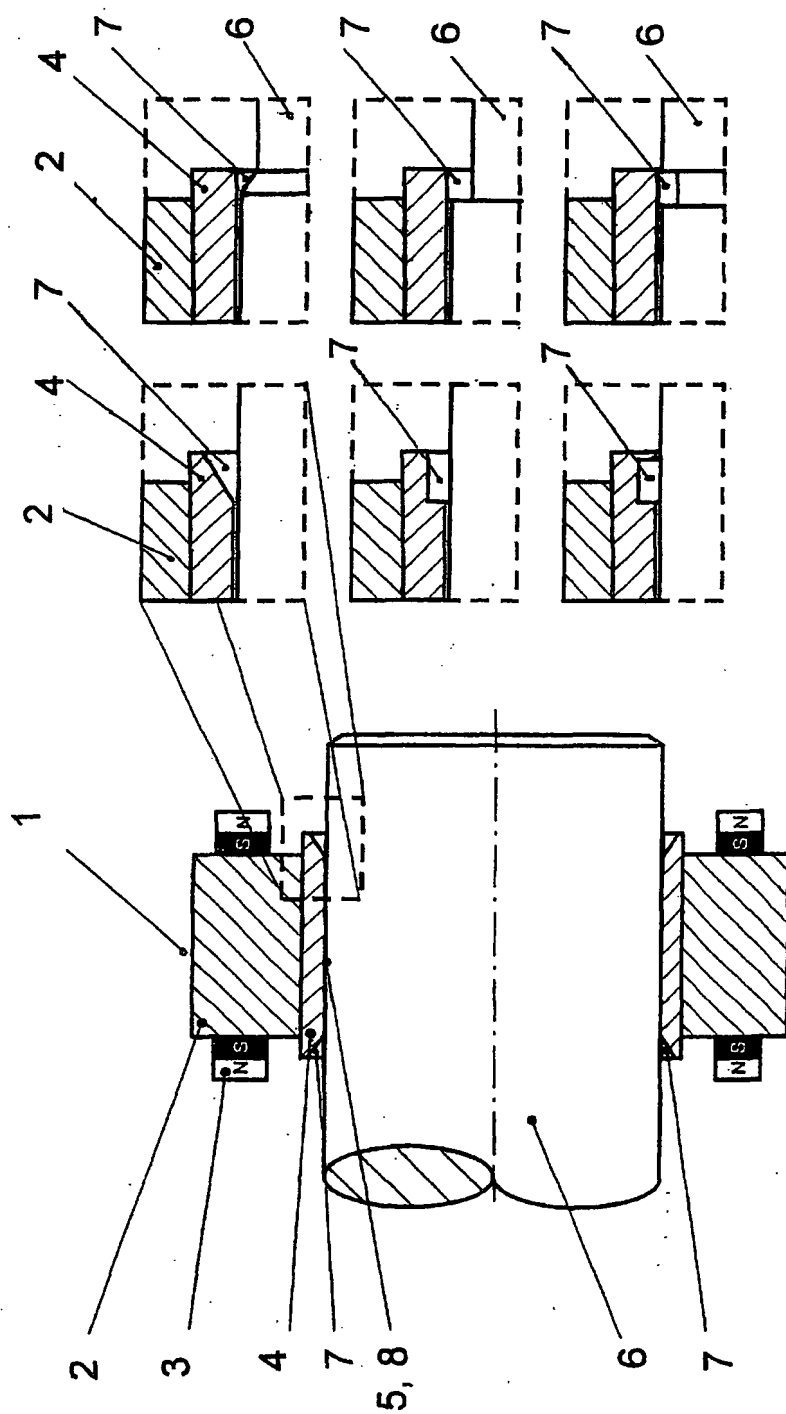


Fig.1c

Fig.1a

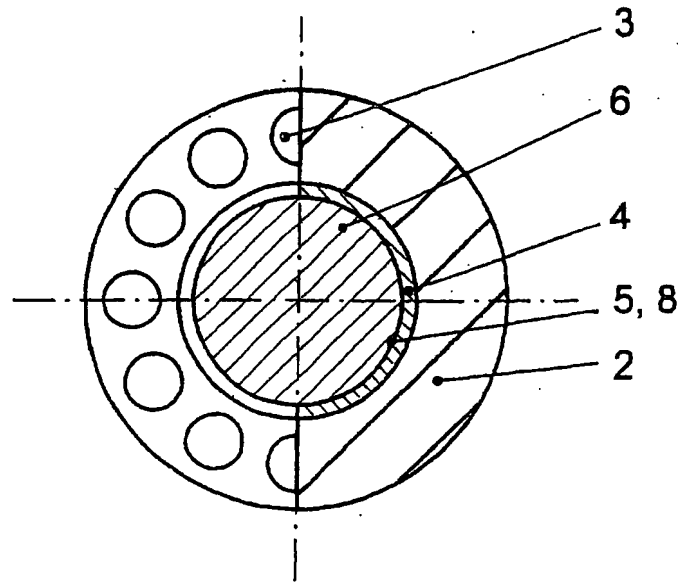


Fig. 1b

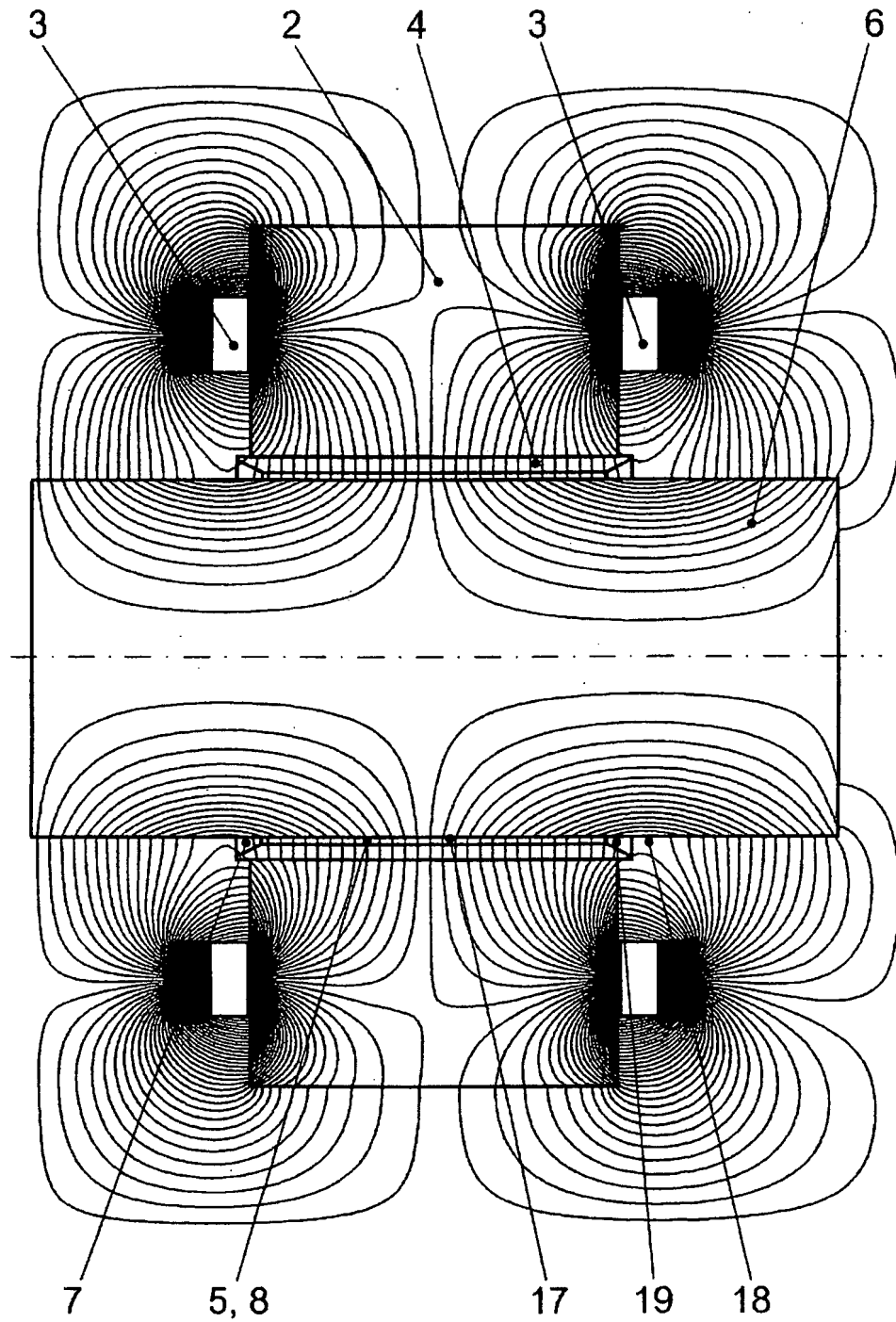


Fig. 1d

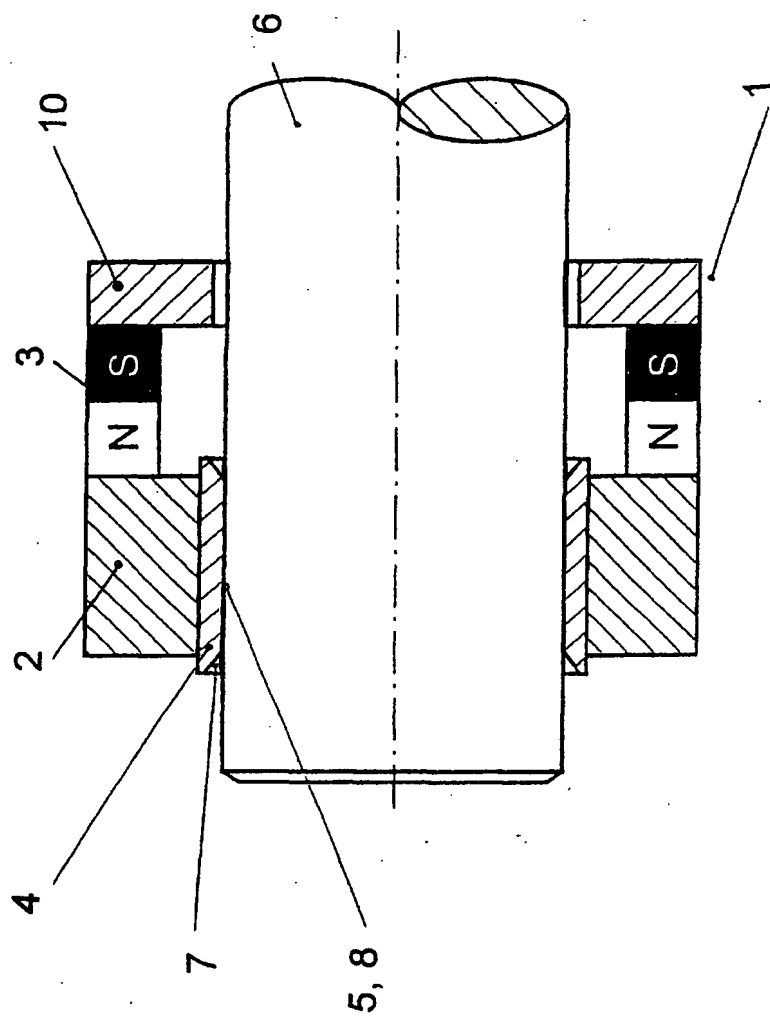


Fig. 2a

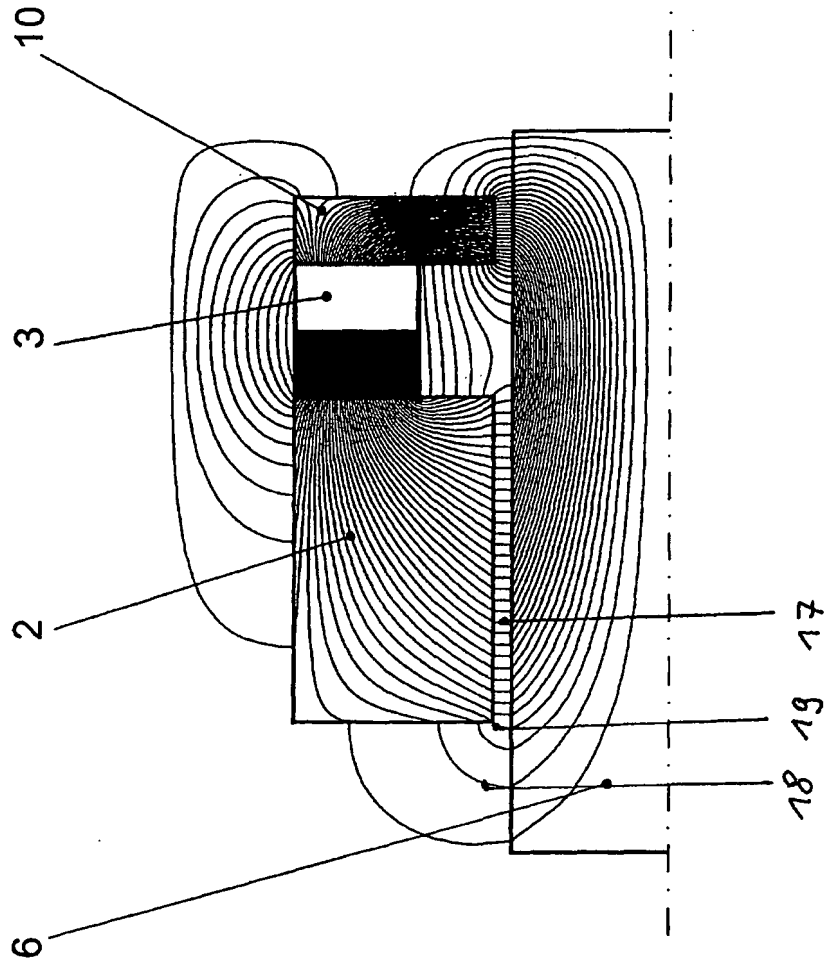


Fig. 2b

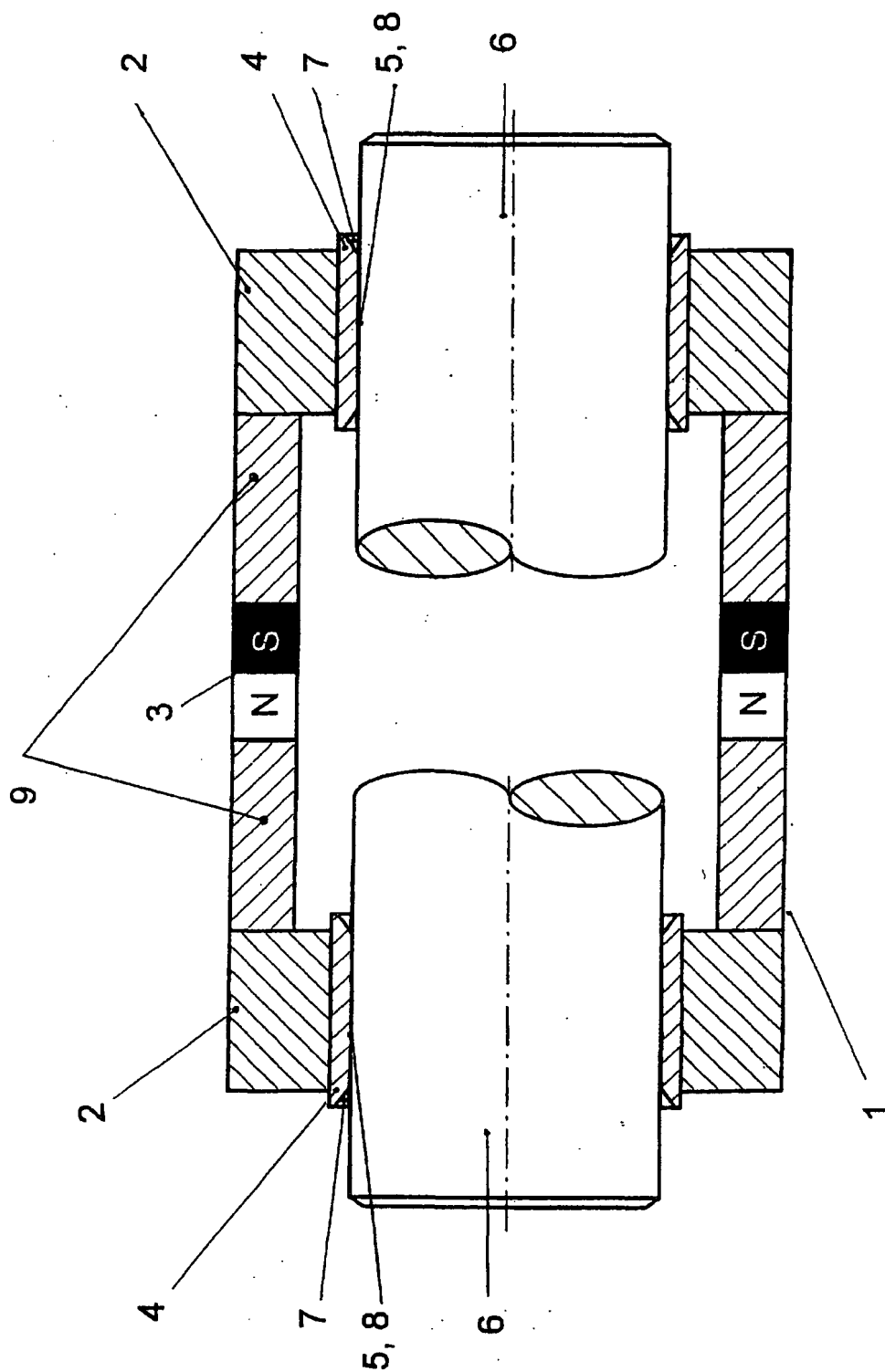


Fig. 3a

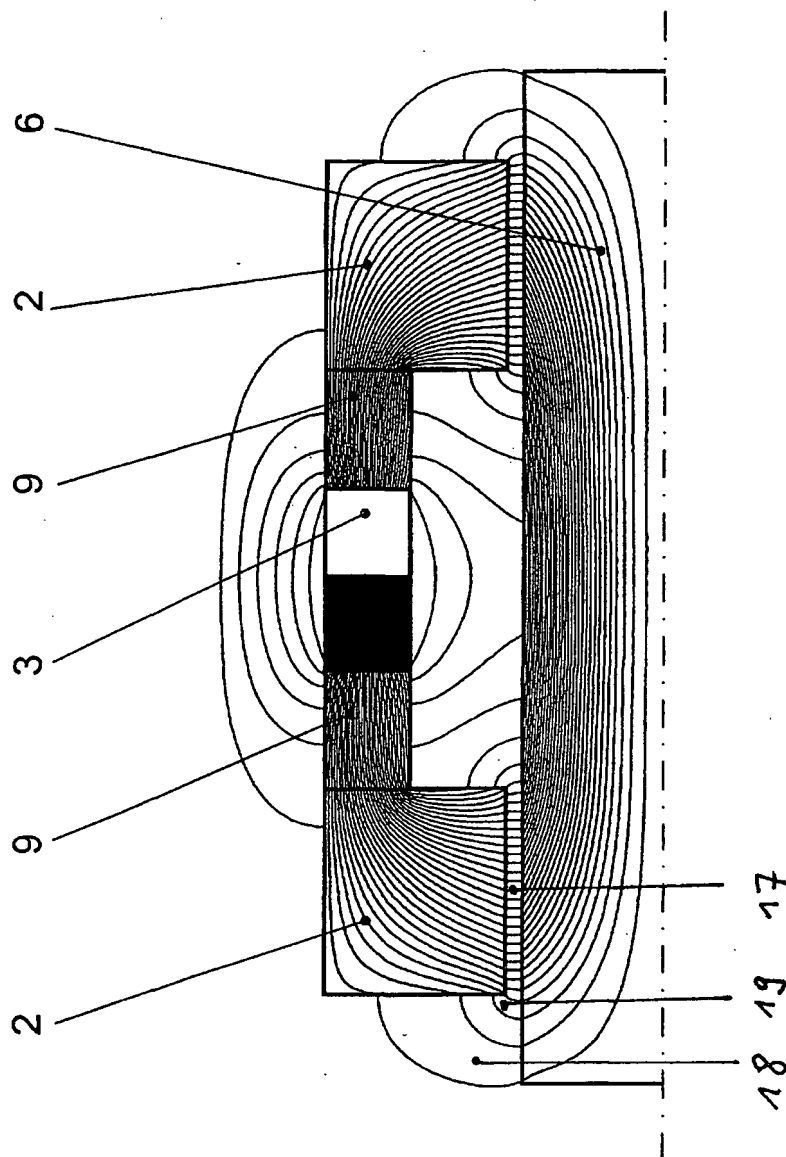


Fig. 3b

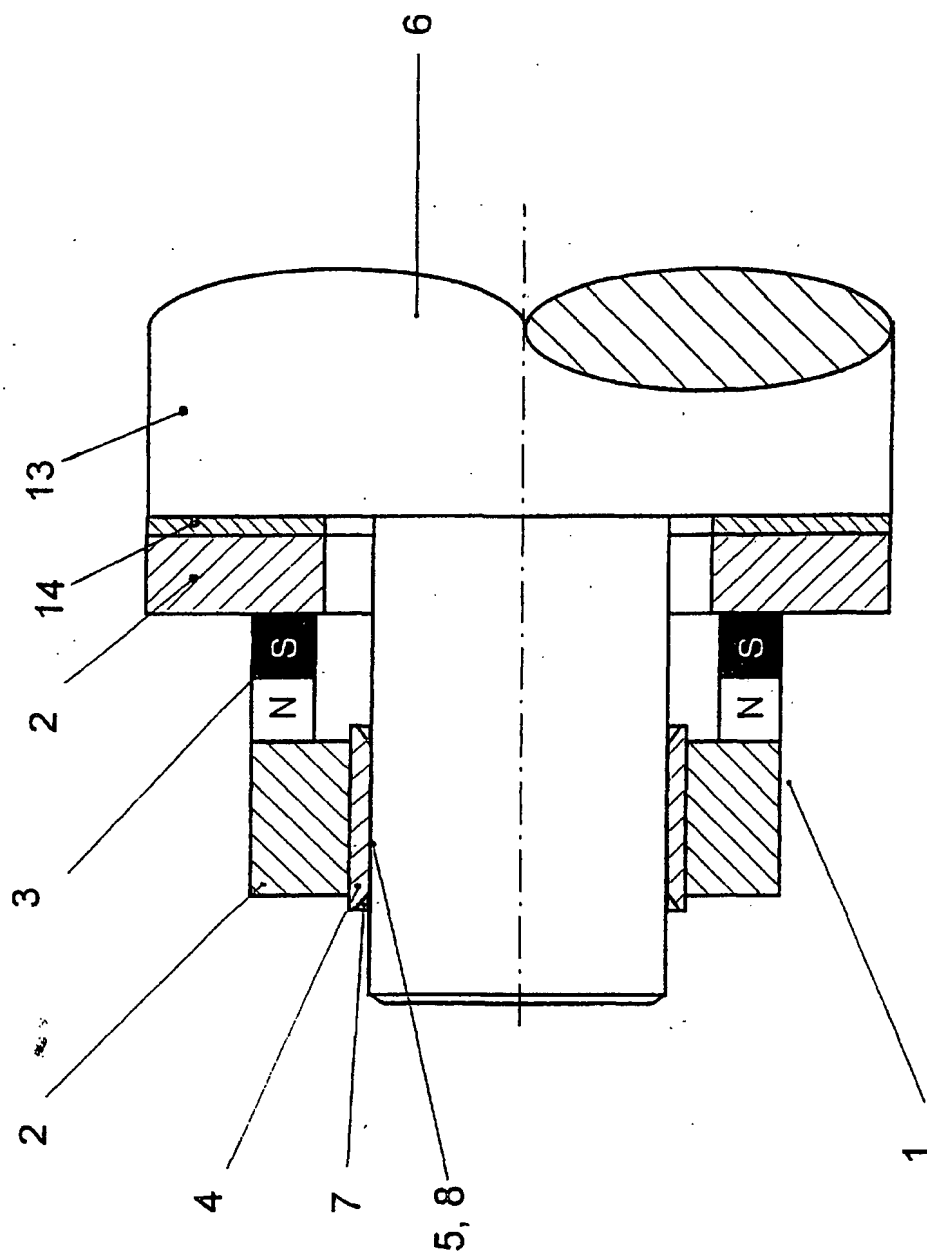


Fig. 4a

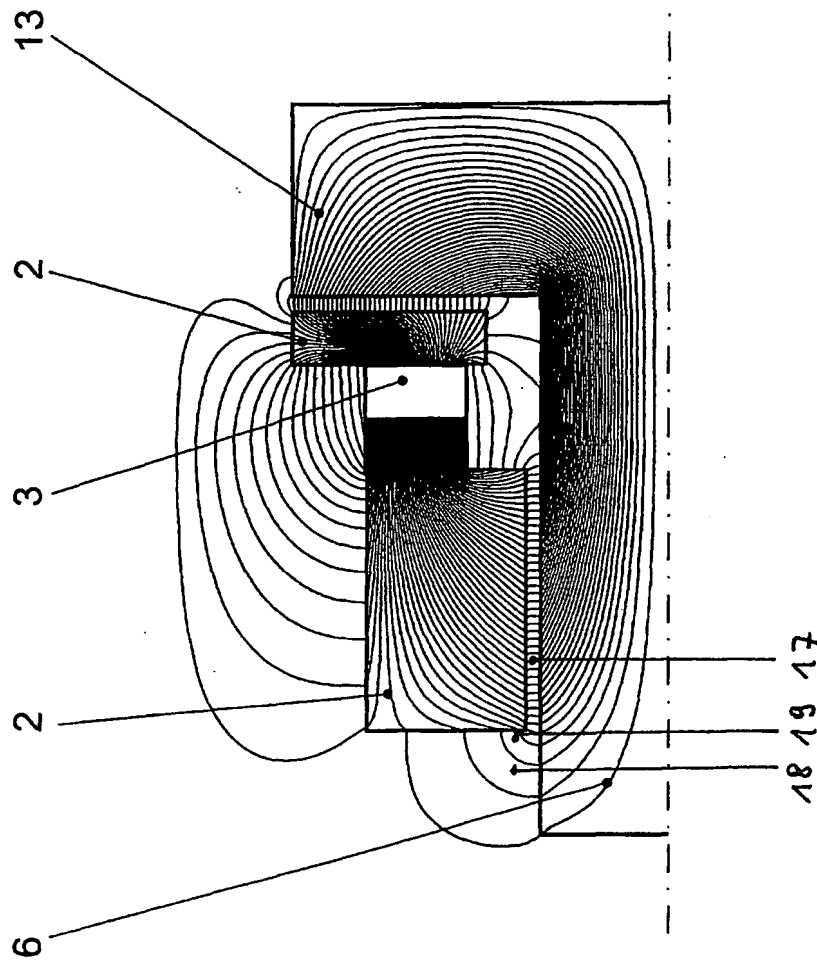


Fig. 4b

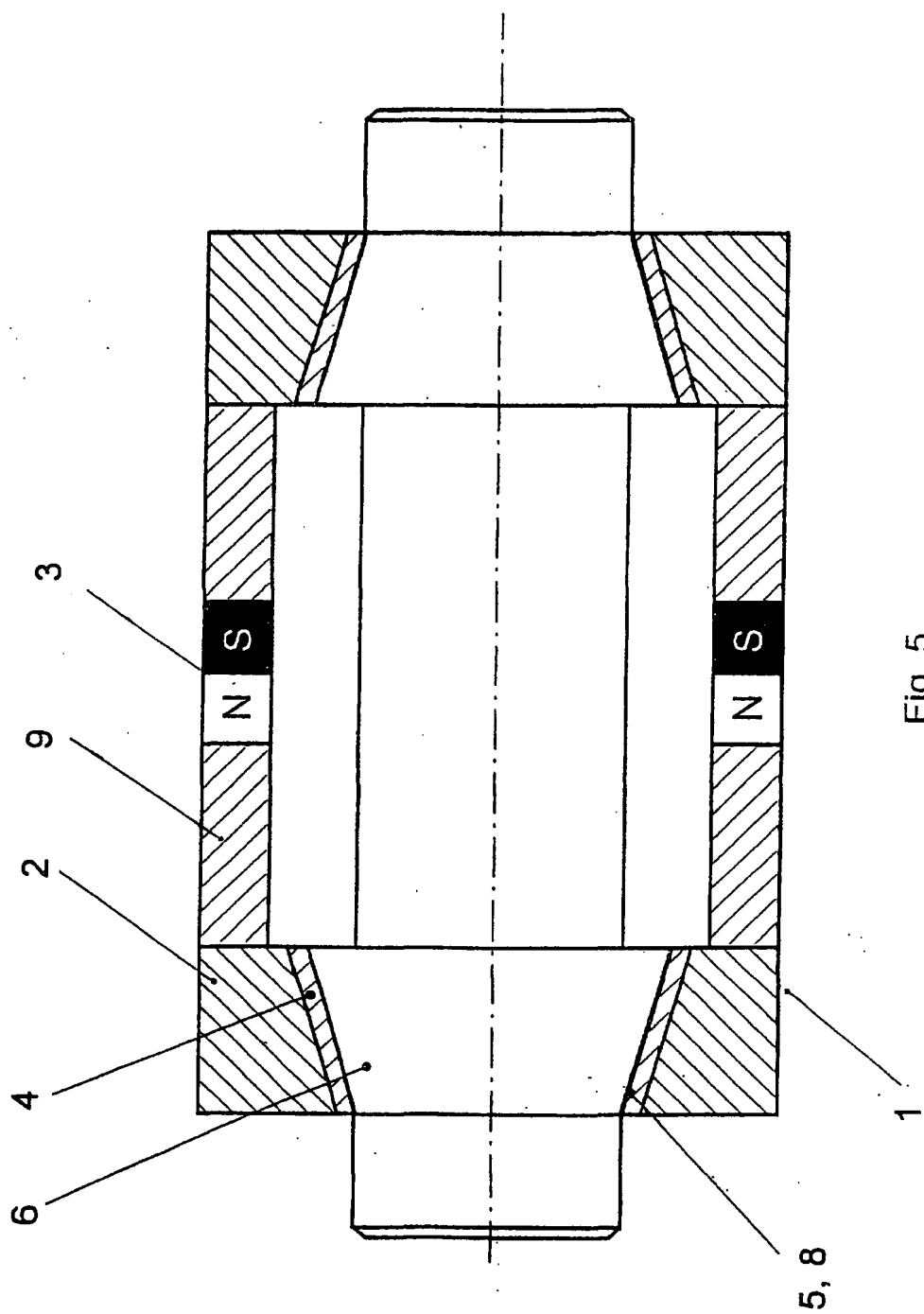


Fig. 5

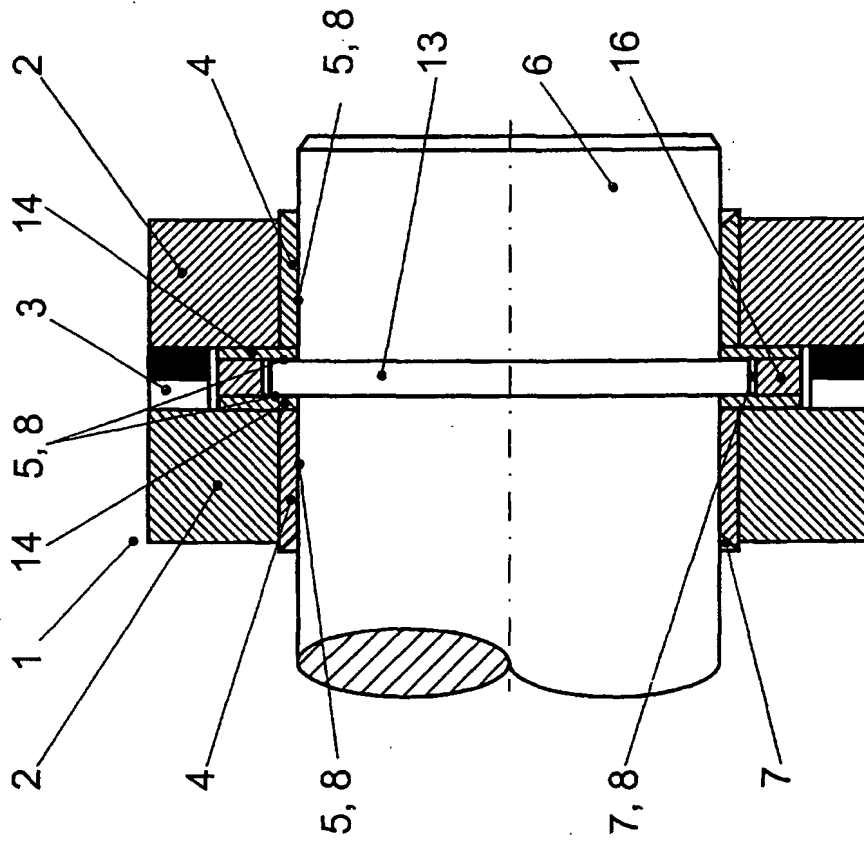


Fig. 6a

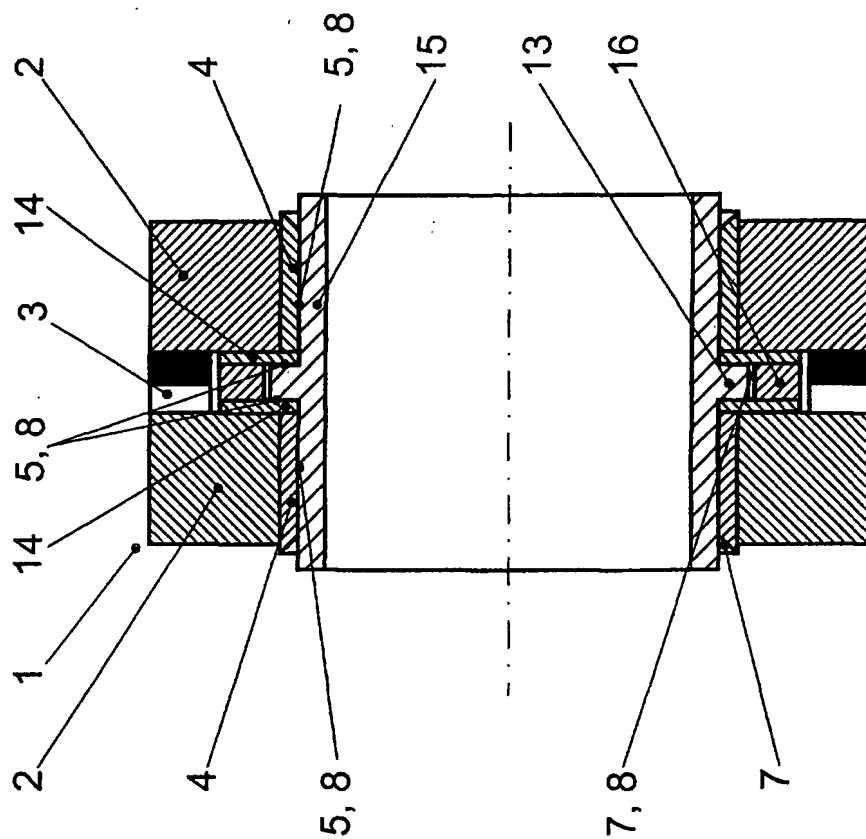


Fig. 6b

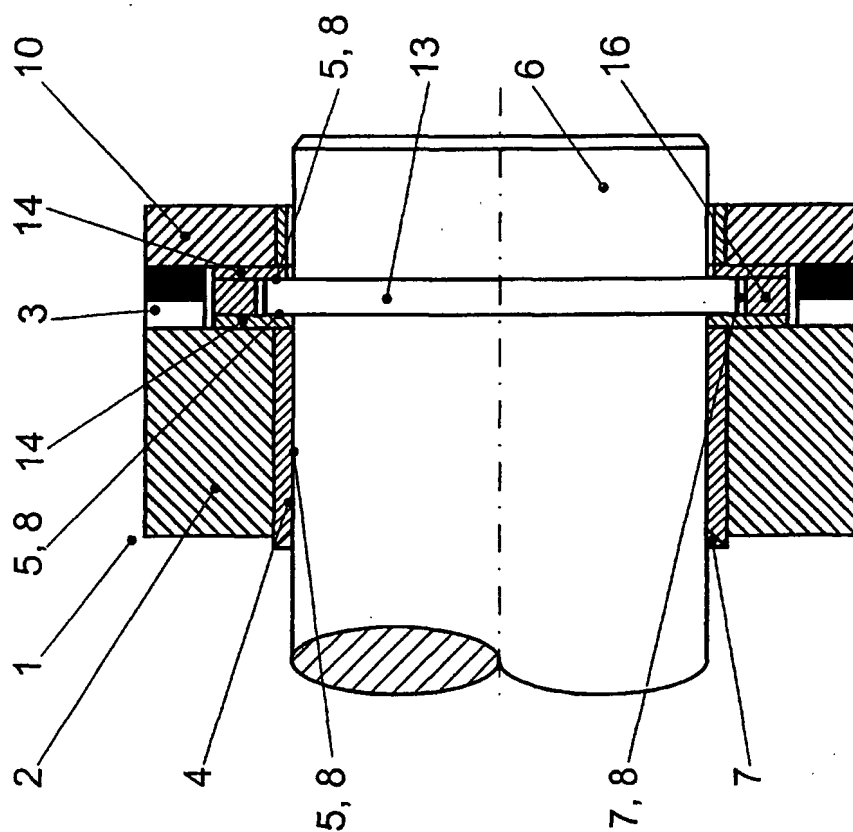


Fig. 7a

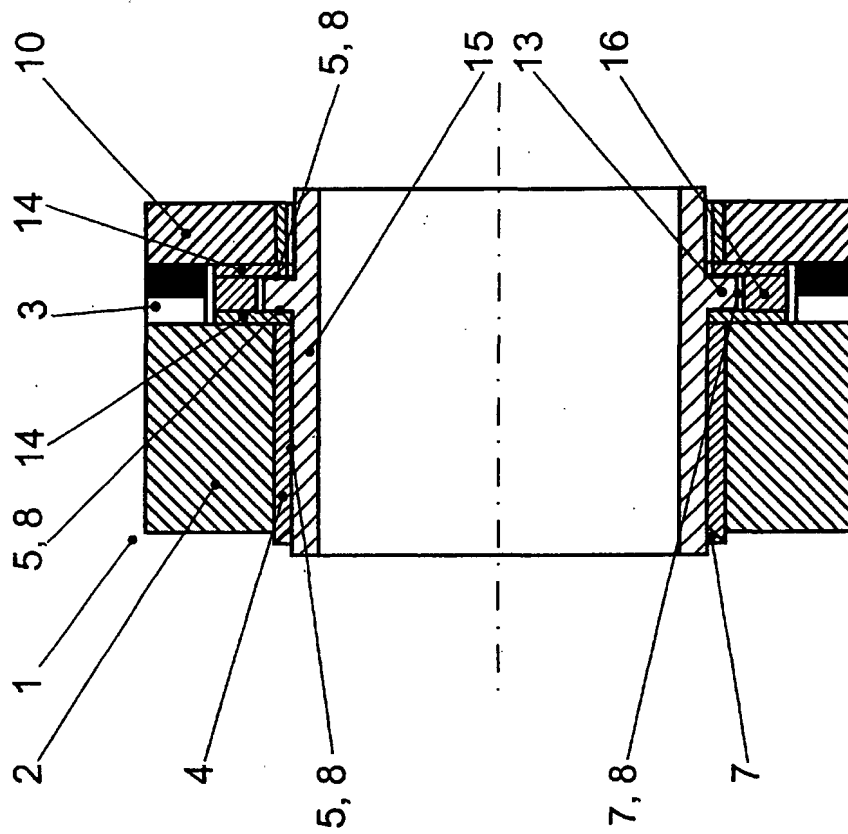


Fig. 7b

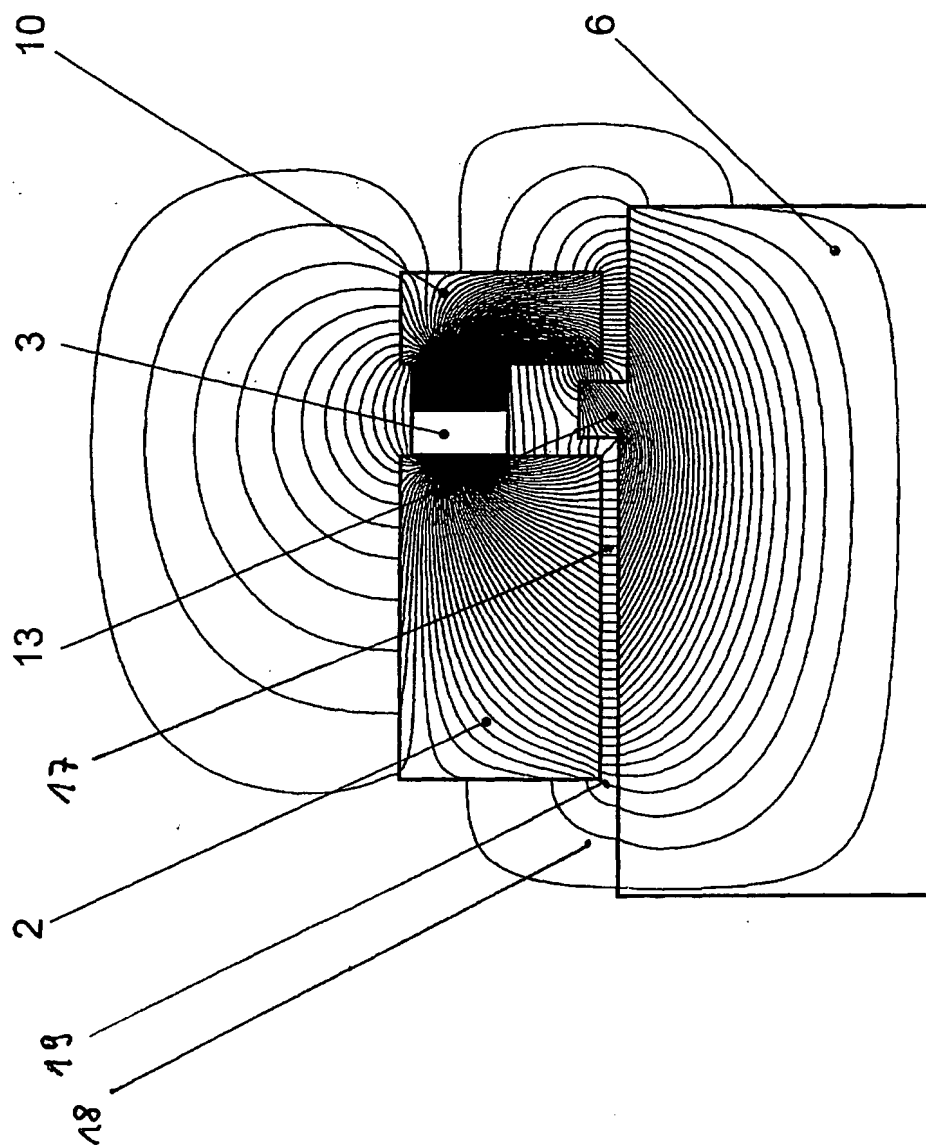


Fig. 7c

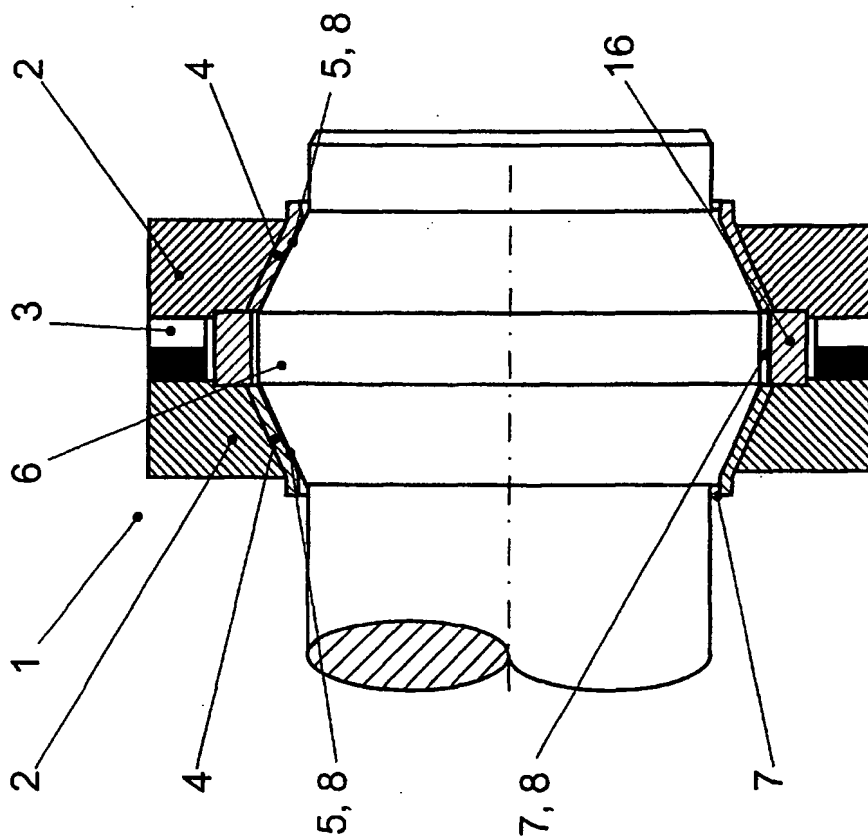


Fig. 8a

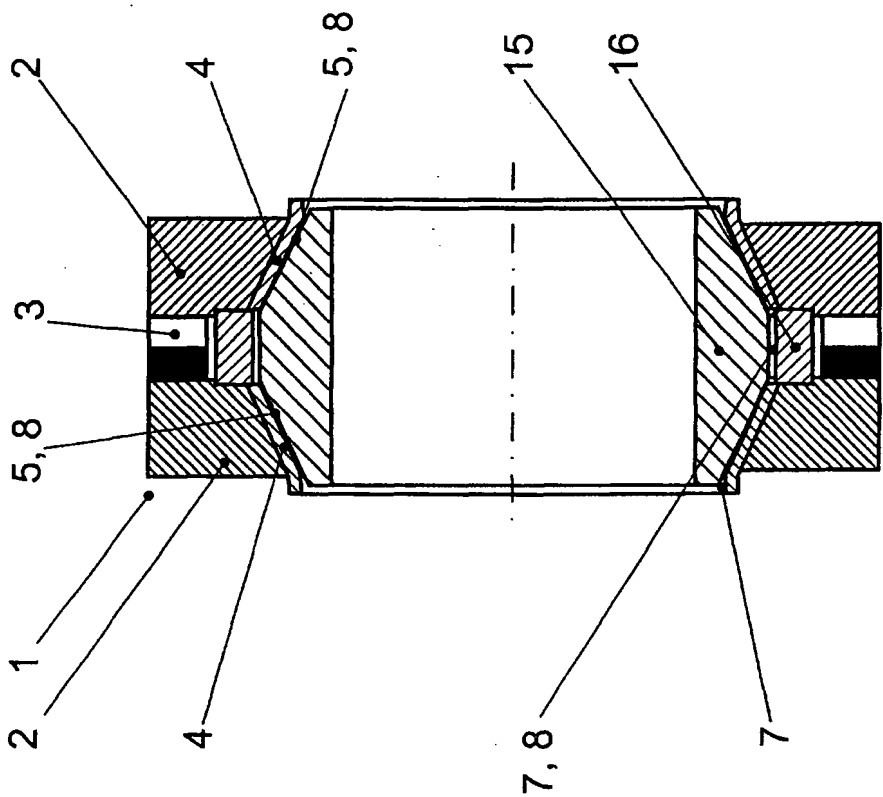


Fig. 8b

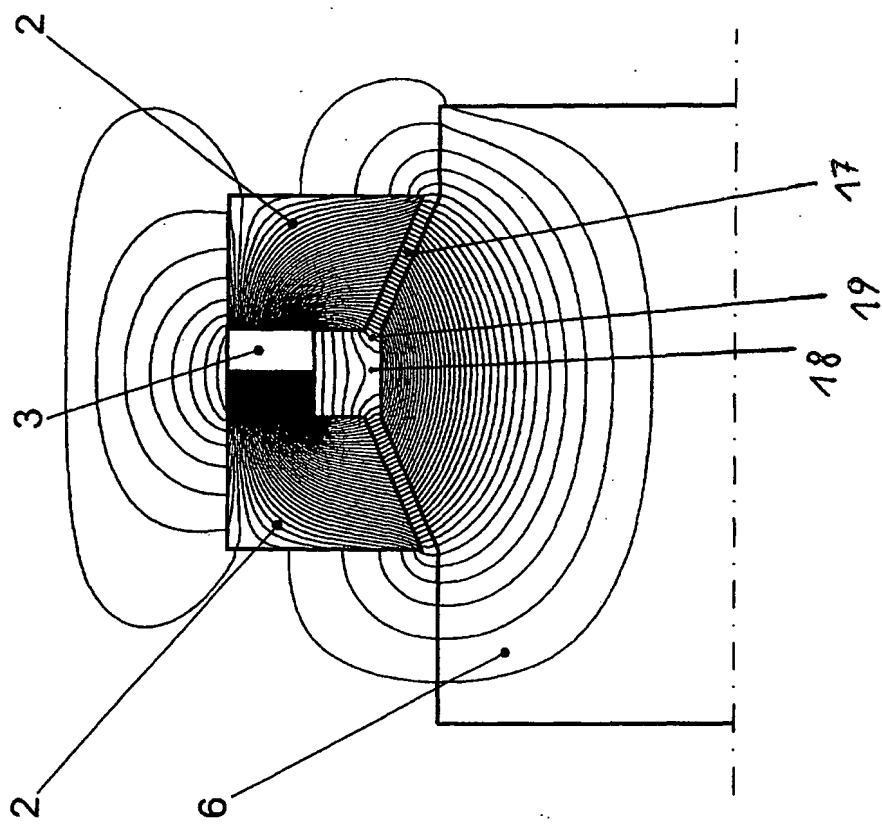


Fig. 8c

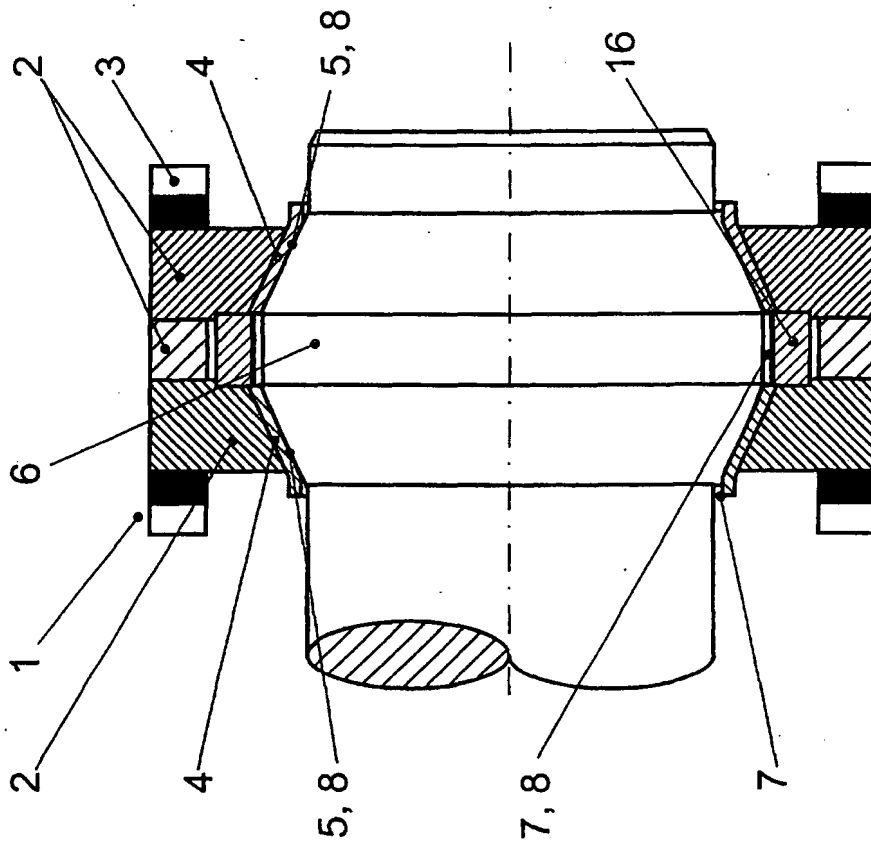


Fig. 9a

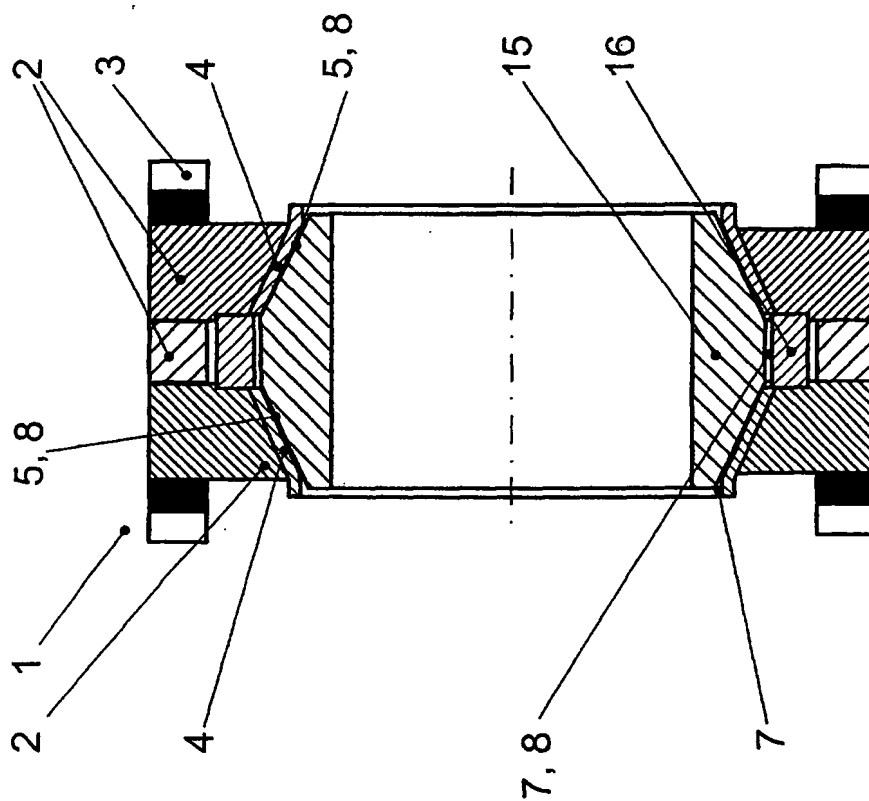


Fig. 9b

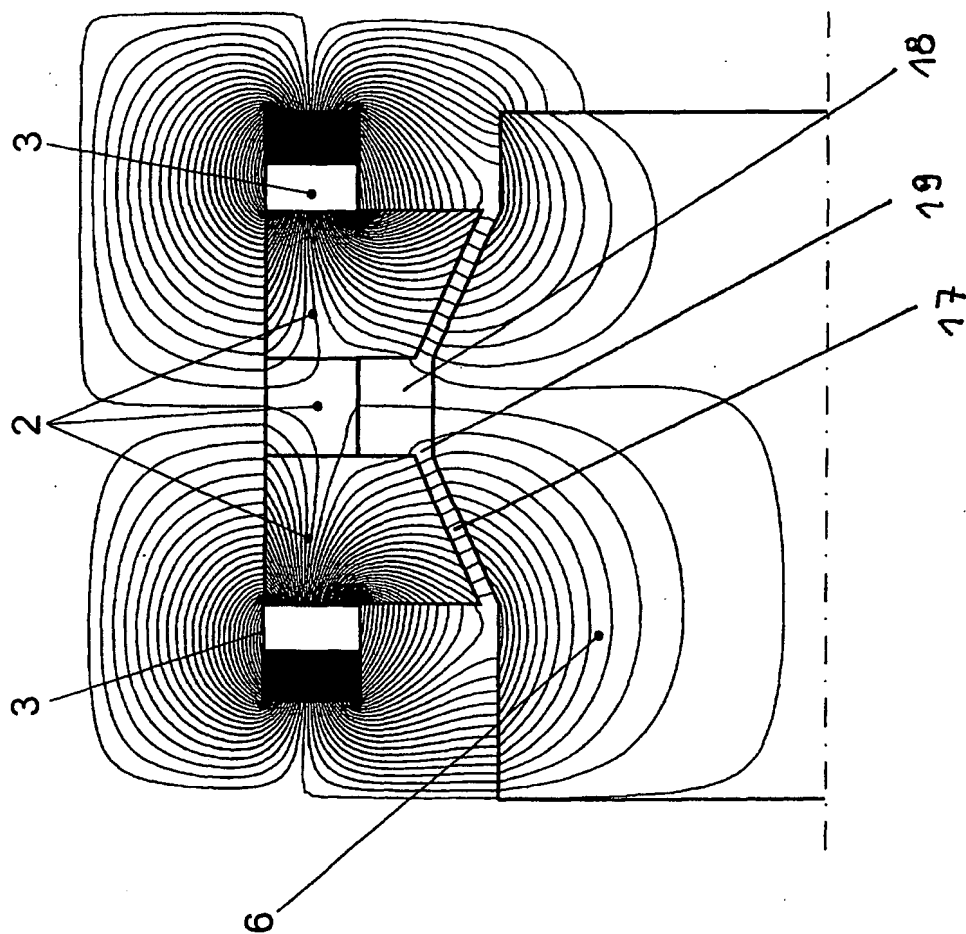


Fig. 9c